

ИЕРАРХИЯ МОДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Одной из актуальных задач современности является задача повышение эффективности образовательных процессов в высшей школе. Решение этой сложной задачи многие ученые видят в совершенствовании управления учебными процессами вузов [1, 2]. Здесь предлагается множество путей ее решения, в основном за счет совершенствования организационных структур вуза и использование в процессе управления информационных технологий.

На наш взгляд, перспективным направлением в совершенствовании системы управления вузом может быть использование интеллектуальных информационных технологий, которые предполагают создание учебной базы знаний вуза и переход на новую технологию обучения с интегрированным интеллектом [3].

Целью настоящей статьи является разработка иерархии модельных представлений, составляющих основу базы знаний высшего учебного заведения, в котором используются элементы технологии обучения с интегрированным интеллектом.

Исследования в ходе проверки гипотезы о возможности создания метамоделей коллективного интеллекта вуза [4, 5] показали, что такая мета модель может составить основу учебной базы знаний вуза и имеет трехуровневую структуру.

На первый уровень, который назван рекламным (см. рис 1), помещаются обобщенные знания о процессах обучения конкретной специальности вуза. Исходными данными для представления таких знаний являются данные учебного плана и его структурно-логической схемы. Модельную основу представления таких знаний составляет иерархическая семантическая сеть.

Второй уровень мета модели, который детализирует и конкретизирует знания первого уровня, предназначен для фреймового представления знаний (ФП-модели) о структурах конкретных учебных дисциплин связанных между собой казуальными отношениями. Поэтому данный уровень мета модели назван структурным.

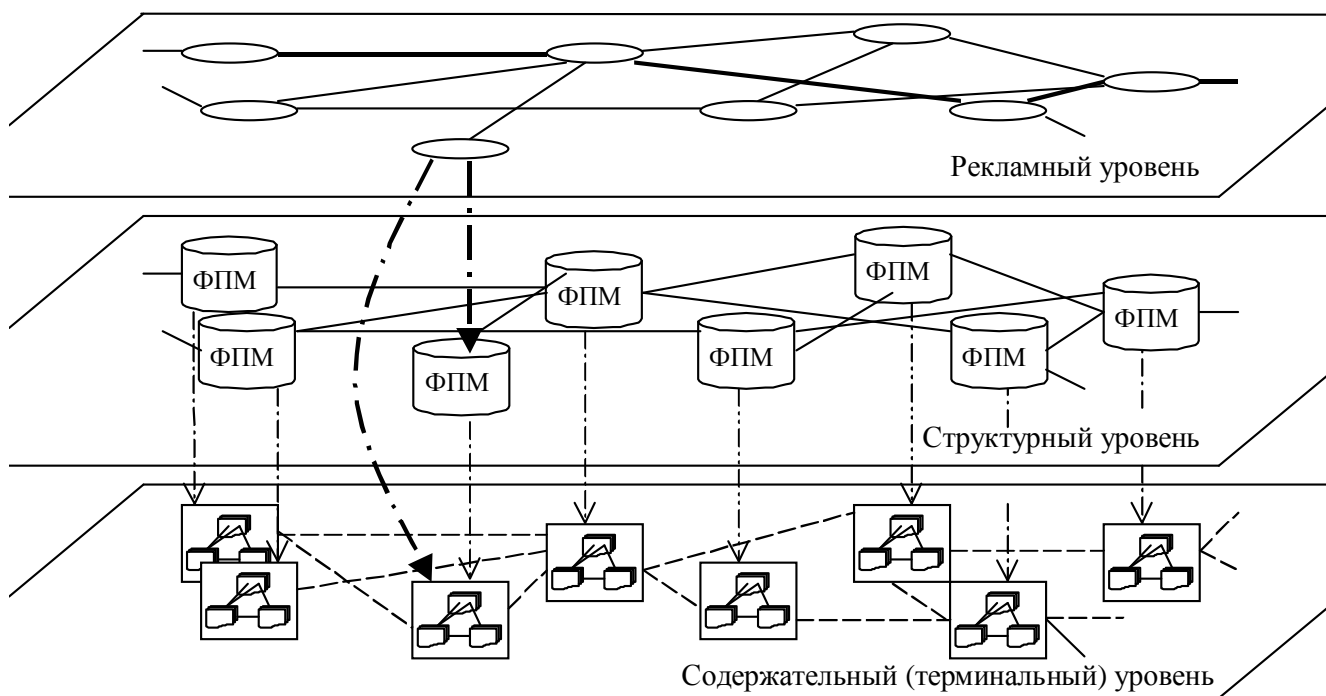


Рис. 1. Обобщенная структура метамодели

Исходными данными для представления этих знаний являются данные учебных программ, которые в полной мере отражают структуру учебного материала конкретных дисциплин.

Третий уровень метамодели составляет комбинация модельных представлений знаний – фреймами и продукционными правилами. Здесь на нижнем (терминальном) уровне в слоты фреймов помещается учебный материал (или содержательные знания преподавателя). На этом уровне метамодели продукционные правила могут использоваться как для осуществления связи между условными единицами учебного материала в рамках конкретной учебной дисциплины, так и для представления правил и критериев оценивания обучающихся. Исходными данными для модельных представлений являются данные тематических планов учебных дисциплин, а также профессиональные знания преподавателей.

Связи между уровнями метамодели могут осуществляться также на основе продукционных правил.

Обобщенная схема базы знаний учебного назначения с учетом системы формирования и управления выводом приведена на рис.2. Здесь показано, что система формирования и управления выводом имеет сложную структуру, которая обеспечивает логический вывод результатов запросов пользователей различных

категорий. Другими словами, логический вывод может, осуществляться как при обращении к знаниям различного уровня, так и к метамодели в целом.

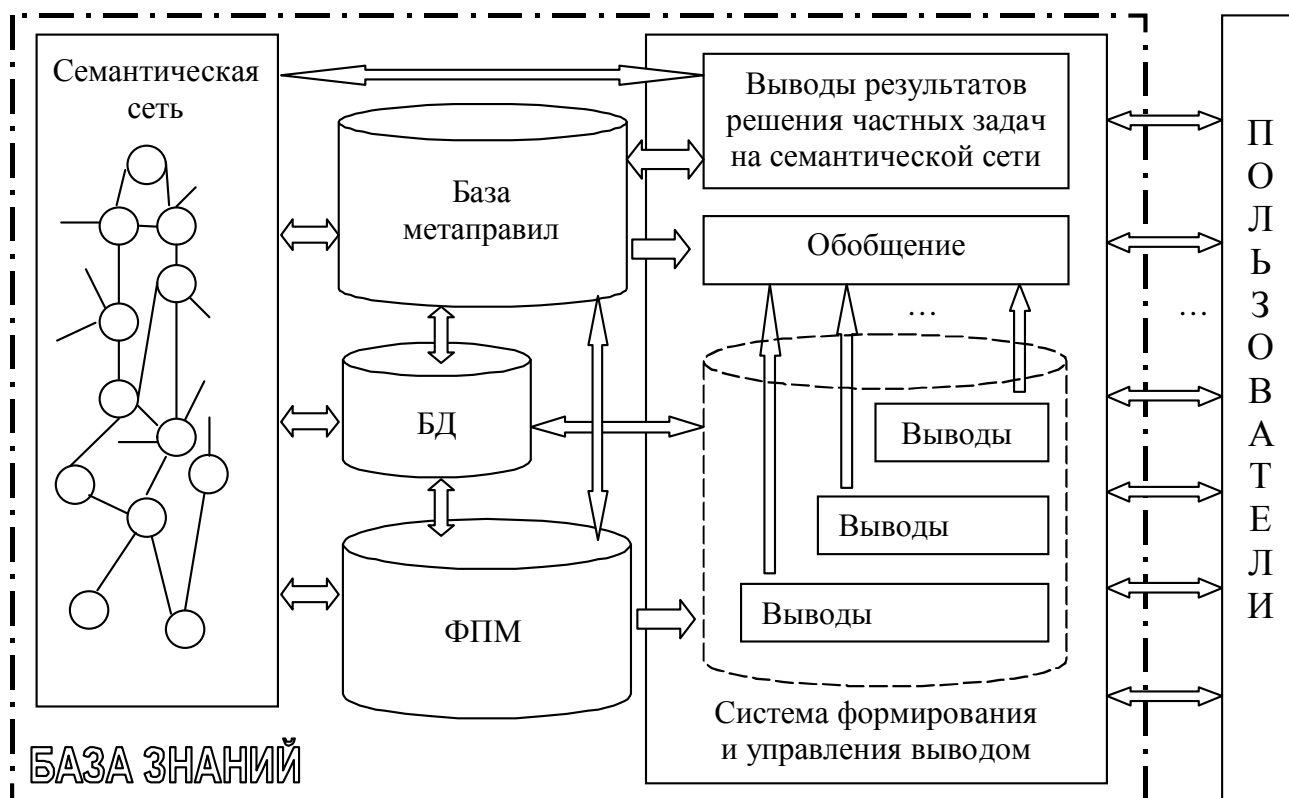


Рис. 2. Обобщенная структура базы знаний учебного назначения

Такая архитектура модельных представлений в учебной базе знаний вуза приводит к принципиально новому подходу в обучении и расширяет возможности вуза в оказании образовательных услуг вне его рамок. Появляется возможность в автоматизированном режиме, формировать сокращенные учебные планы подготовки желающих обучаться вне вуза на основе и совокупности знаний, помещенных в метамодель.

Покажем возможность решения сформулированной задачи, введя при этом некоторые упрощения и допущения.

Представим семантическую сеть (рекламный уровень метамодели) ориентированным графом, вершины которого соответствуют некоторому простому объекту – совокупности учебного материала, которая имеет оригинальное название, соответствующее учебной дисциплине.

Исходя из сказанного, представим семантическую сеть ориентированным графом и покажем его на рис. 3.

Здесь семантическая сеть представлена многоярусным ориентированным графом, где в аббревиатуре названия учебных дисциплин верхний индекс обозначает номер яруса графа. Обозначим такой граф $\Gamma = (D_i^{\alpha+1}, U_h)$, где $h = \overline{1, g}$ - количество дуг графа.

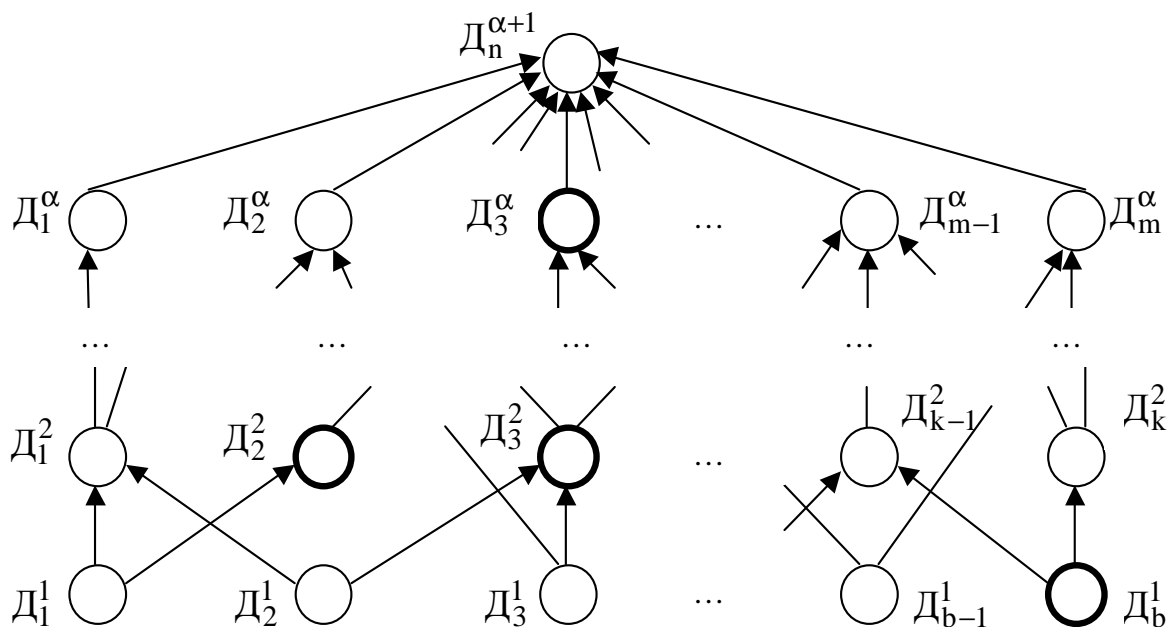


Рис. 3. Интерпретация иерархической семантической сети ориентированным графом

Перейдем от графической формы представления отношений между дугами и вершинами к матричной форме и запишем матрицу инцидентности в виде:

$$S_h^i = \begin{cases} +1, & \text{если } u_h \text{ исходит из } D_i; \\ -1, & \text{если } u_h \text{ заходит в } D_i; \\ 0, & \text{если } u_h \text{ не инцидентна } D_i. \end{cases}$$

Это соотношение позволяет в компактной форме представлять отношения между дугами и вершинами семантической сети в базе данных.

На основе данного графа можно получить план обучения, обеспечивающий при его реализации знаниями, умениями и навыками обучающихся для решения конкретных типовых задач. Другими словами, формируется последовательность изучения учебного материала, достаточного для достижения указанных в условной части заданных учебных целей.

Естественно предположить, что решить эту задачу можно с различной степенью детализации в зависимости от содержания ее постановочной части.

Покажем один из возможных вариантов ее решения на самом общем уровне знаний, т.е. с использованием семантической сети, не проникая в знания структурного и содержательного уровней.

Графически предложенную операцию проиллюстрируем рис. 4.

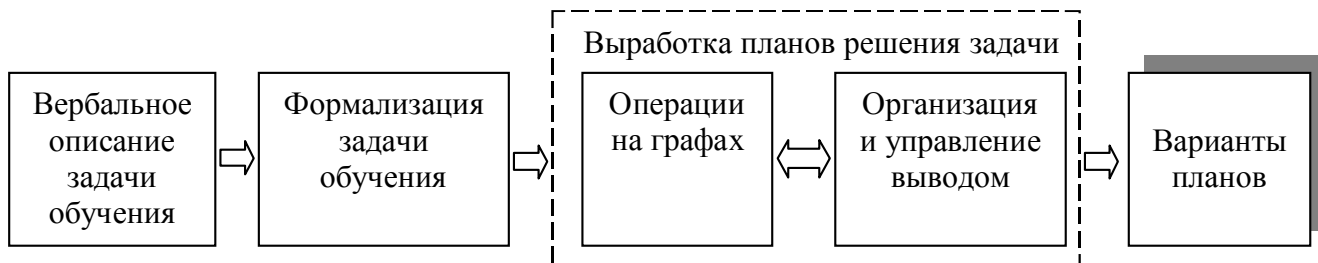


Рис. 4. Обобщенная схема выполнения операции формирования частных планов обучения

Центральным звеном, приведенной на рис. 4 схемы, является выработка планов решения задачи, которая осуществляется за несколько этапов.

Этап 1. Поиск вершин графа $\Gamma = (D_i^{\alpha+1}, U_h)$, выбранных для решения задачи планирования обучения.

Данный этап является начальным для отыскания некоторого графа Γ_z , который бы отвечал условиям поставленной задачи и был подграфом графа $\Gamma = (D_i^{\alpha+1}, U_h)$. В условиях задачи задаются только лишь вершины графа Γ_z в виде названий, которые соответствуют некоторым вершинам в графе Γ . Поэтому на начальном этапе подграф Γ_z можно считать не связным. Методом попарного сравнения найдем соответствующие вершины, и в графе Γ_z , обозначим их $\overset{\circ}{D}_i$.

Тогда коротко можно записать $f: \overset{\circ}{D}_i \rightarrow D_i$, что означает инъективное отображение множества заданных несвязных вершин $\overset{\circ}{D}_i$ графа Γ_z в множество вершин D_i графа Γ . На рис. 3 в качестве примера показано такое отображение путем выделения на графе Γ вершин $D_b^1, D_2^2, D_3^2, D_3^\alpha$ жирными линиями.

Этап 2. Определение степеней вершин графа Γ_z .

В теории графов степень вершины называется число ребер, инцидентных этой вершине. Для ориентированных графов различают положительную и отрица-

тельную степени вершин. Положительная степень определяется числом исходящих из вершины дуг, а отрицательная – заходящих в нее дуг.

В нашем случае степени вершин графа Γ обозначим $\delta^+(D_i)$ и $\delta^-(D_i)$. Тогда, если известны степени каждой вершины графа Γ , то справедливо записать:

$$\delta^+(D_i) = \delta^+\left(\overset{\circ}{D}_i\right) \text{ и } \delta^-(D_i) = \delta^-\left(\overset{\circ}{D}_i\right).$$

Определим вершины графа Γ_z , для которых справедливы следующие соотношения:

$$\delta\left(\overset{\circ}{D}_i\right) = \max\left(\delta^+\left(\overset{\circ}{D}_i\right) + \delta^-\left(\overset{\circ}{D}_i\right)\right), \quad \delta^+\left(\overset{\circ}{D}_i\right) = 1, \quad \delta^-\left(\overset{\circ}{D}_i\right) = 1.$$

Первое из них определяет вершину с наибольшим количеством связей, а два вторых – висячие вершины, т.е. вершины, из которых исходит и заходит только одна дуга, соответственно.

Смысловая интерпретация данным вычислениям следующая. Находятся вершины, соответствующие учебным дисциплинам, имеющим наибольшее количество понятийных связей, которые можно принять за центр формируемого графа Γ_z .

Если таких вершин несколько, то дальнейшие построения будут вестись относительно этих вершин с целью выделения и формирования нескольких групп планов обучения. Вершины, у которых степени равны единице, считаются периферийными, определяющими начальные и заключительные учебные дисциплины изучения при условии, если они соответствуют вершинам нижнего и верхнего ярусов графа Γ .

Этап 3. Формирование связей между вершинами графа Γ_z .

Для задания связей на вершинах графа Γ_z аналогичных связям между соответствующими вершинами графа Γ необходимо выполнить операцию корреспонденции отношений между образами и прообразами рассматриваемых вершин графов. Операция корреспонденции отношений, т.е. отображение отношений, определена в работе [6]. Множество таких образов будем обозначать $\overset{\circ}{U}_h$. Тогда

можно утверждать, что получен граф $\Gamma_z = \left(\overset{\circ}{D}_g, \overset{\circ}{U}_h \right)$, соответствующий некоторому подграфу графа Γ , где $g = \overline{1, n - k}$ - количество вершин графа Γ_z .

Смысловым содержанием настоящего этапа построения плана обучения является удаление из рассмотрения неуказанных в условии задачи предметных областей. Тем самым объем учебного материала сужается по отношению к учебному материалу, содержащемуся в метамодели.

Этап 4. Определение путей в графе Γ_z .

Путем в графе $\Gamma_z = \left(\overset{\circ}{D}_g, \overset{\circ}{U}_h \right)$ называется такая последовательность дуг, что конец каждой предыдущей дуги совпадает с началом следующей, а длина пути - есть число соответствующее количеству этих дуг. Путь обозначается прямым перечислением дуг, например, $\mu = \left[\overset{\circ}{U}_1, \overset{\circ}{U}_2, \dots, \overset{\circ}{U}_m \right]$, а его число $\rho(\mu) = m$.

Определим на графе Γ_z пути, проходящие через вершины, имеющие наибольшую степень, что не трудно сделать, построив матрицу инцидентности S_ε^θ , где смысловое содержание верхнего и нижнего индекса аналогичны содержанию матрицы инцидентности для графа Γ .

Определим длины полученных путей $\rho(\mu_1), \dots, \rho(\mu_c)$ и найдем из них максимальную и минимальную.

Смысловая интерпретация содержания данного этапа заключается в ответах на следующие вопросы. Какое место занимают учебные дисциплины в структуре учебного плана (метамодели знаний), заданные в условиях задачи? С какой степенью детализации необходимо строить план обучения? Примером могут служить следующие ситуации. В условиях задачи заданы учебные дисциплины, которые соответствуют вершинам, находящимся на верхних ярусах графа Γ_z . Такую ситуацию можно интерпретировать как желание пользователя иметь план обучения, составленный из специальных учебных дисциплин. Другой пример. Пользователь указывает дисциплины, которые соответствуют вершинам, распределенным меж-

ду нижними и верхними ярусами графа Γ_z . Такая ситуация может интерпретироваться как желание пользователя получить детальный план обучения по специальности с изучением фундаментальных и гуманитарных дисциплин.

Этап 5. Параметризация графа Γ_z .

Для обеспечения планирования обучения с заданными параметрами необходимо граф Γ_z и его пути «взвесить».

Взвешенными называют такие графы, к вершинам и (или) дугам (ребрам) которых приписывают некоторые количественные значения (веса). В нашем случае вершинам могут соответствовать параметры, характеризующие учебную дисциплину, например, количество часов, выделенных на ее изучение, количество учебного материала, количество различных видов занятий и другие, которые определяются учебной программой.

Для упрощения решаемой задачи в качестве веса будем использовать количество времени (в условных единицах), необходимого для изучения той или иной учебной дисциплины. Будем обозначать $\overset{\circ}{D}_g | t_j$, где t_j , $j = \overline{1, b}$ количество условных единиц времени.

Определим по формуле $t_z = \sum_{g=1}^{n-k} \sum_{j=1}^b \overset{\circ}{D}_g | t_j$ сумму времен, заданных условиями

задачи выбора пользователем учебных дисциплин, на изучение которых в мета-модели выделяется t_j условных временных единиц.

Определим суммарное время, которое необходимо для прохождения каждого пути графа Γ_z по формуле $\mu_v(t_j) = \sum_{j=1}^b t_j$, $v = \overline{1, q}$, где q – число путей в графе.

Сравнивая t_z - заданное время в условной части задачи с $\mu_v(t_j)$ определим метрики $d_v(t_z, \mu_v(t_j))$, т.е. разность весов для каждого пути графа. Путь графа Γ_z , проходящий через вершину с наибольшей степенью и который имеет величину $\min [d_v(t_z, \mu_v(t_j))]$, примем за основу для формирования первого варианта плана. Конкретизируя атрибуты, приписываемые вершинам графа, получим пер-

вый вариант, который можно предложить пользователю. Для формирования последующих вариантов к этому пути будем присоединять вершины, которые инцидентны вершине с наибольшей степенью. Тогда можно записать $\mu_v(t_j) + t_{j+1} = t_1^*$ и проверить условие $t_z \geq t_1^*$, если это условие выполняется, присоединяется очередная вершина до тех пор, пока не будут выполнены условия $t_z = t_b^*$. Это означает, что при планировании учитываются все вершины графа Γ_z , и план обучения является наиболее полным.

Смысловая интерпретация предложенного способа формирования плана обучения на заключительном его этапе заключается в следующем. Моделируются эвристические действия преподавателя, который решает задачу подбора учебного материала, необходимого для его изучения за фиксированное время.

Этап 6. Организация вывода результатов планирования.

Из предыдущих этапов видно, что их основу составляют методы теории графов, которые довольно четко позволяют проводить операции на графах и формировать множество последовательностей учебного материала. Однако без сопровождения сформированных планов специальными методическими рекомендациями качество такого планирования будет низким. Поэтому при организации вывода необходимо воспользоваться знаниями в виде моделей, в основу которых положим продукционные правила. Например, *ЕСЛИ сформирован вариант плана обучения №1, ТО методические указания по его реализации*. Такие правила продукции необходимо отнести к метаправилам, которые размещаются на рекламном уровне базы знаний.

Таким образом, учебная база знаний вуза должна обладать совокупностью дидактических свойств, которые бы обеспечивали обучение и самообучение не только студентов вуза, но и желающих получить образовательные услуги с использованием частных учебных планов.

Построение учебной базы знаний вуза требует дальнейших институциональных исследований и разработки теоретических основ ее проектирования. Очевидно, что такие исследования должны иметь мощную методическую базу, которая

состояла бы из совокупности методов, используемых в теории принятия решений, построения моделей искусственного интеллекта, психологических и педагогических методов исследования, методов психолингвистики и лексикографии и т.д.

Список литературы

1. Стратегическое управление и институциональные исследования в высшем образовании. Материалы Первой Международной конференции, Москва 3 – 4 декабря 2002 года. По ред. Е.А. Князева. – Казань: ФизтехПресс, 2003, 336 с.
2. Инновационный университет и инновационное образование: модели, опыт, перспективы. Труды Международного симпозиума. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 112 с.
3. Метешкин К.А., Шаронова Н.В. Использование гибридного интеллекта в учебном процессе высших учебных заведений // "Alma mater" ("Вестник высш. школы"). - 2001. - №11. С. 10 - 15.
4. Метешкин К.А. Моделирование коллективного разума вуза: гипотеза, проблема, прагматическая ценность. Экспертные оценки элементов учебного процесса: Программа и материалы IV межвуз. науч.-метод. конф., Харьков, 31 окт. 2002 г. / Нар. укр. акад. каф. информ. технологий и документирования; Каф. математики и мат. моделирования; [Ред. коллегия: Н.В. Шаронова (отв. ред) и др.]. – Х., 2002. – С. 22 – 25.
5. Метешкин К.А., Шраер А.С. Структура и модельные представления учебной базы знаний вуза. Экспертные оценки элементов учебного процесса: Программа и материалы V межвуз. науч.-метод. конф., Харьков, 24 окт. 2003 г. / Нар. укр. акад. каф. информ. технологий и документирования; каф. математики и мат. моделирования; [Ред. коллегия: Бобыря Е.И. (отв. ред) и др.]. – Х., 2002. – С. 22 – 25.
6. Шрейдер Ю.А. Равенство, сходство, порядок. - М.: Наука. 1971. - 254 с.

ИЕРАРХИЯ МОДЕЛЬНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

К.А. Метешкин, А.С. Шраер, Раковская-Башмакова О.С.

Обосновывается структура учебной базы знаний вуза. В основу модельных представлений базы знаний положена иерархическая семантическая сеть соответствующая структурно-логической схеме учебного плана конкретной специальности. В вершины семантической сети помещены фреймы, структуры которых соответствуют структурам учебных и тематических планов дисциплин. Делаются выводы о целесообразности использования при построении учебных баз знаний комбинации модельных представлений.

In this article we prove the structure of university's educational knowledge database. Hierarchical semantic network, which corresponds to the structural-logical scheme of curriculum of definite profession, is proposed as the basis of model representation. Frames structures correspond to the thematic and learning plan of the subjects. These frames are located on the top of the semantic network. In this article we conclude that usage of model representation combinations in building of educational knowledge database is purposefulness.

СПРАВКА ОБ АВТОРЕ

Автор: Метешкин Константин Александрович;
Место работы: Международный Славянский университет;
Должность: Заведующий кафедрой моделирования профессиональных знаний;
Ученая степень: Кандидат технических наук;
Ученое звание: Доцент;
Контактный телефон: 38-25-74;
Количество научных трудов 82 из них 2 монографии.

Автор: Шраер Аркадий Самойлович;
Место работы: Международный Славянский университет;
Должность: Преподаватель кафедры моделирования профессиональных знаний;
Контактный телефон: